

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**BEST AVAILABLE COPY**

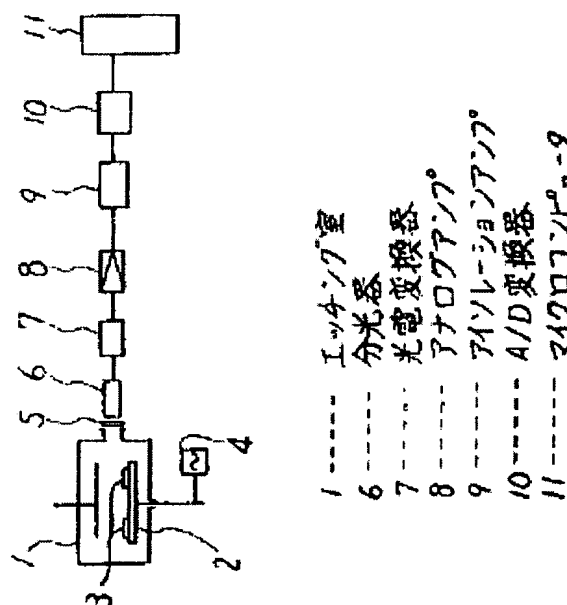
## ETCHING END POINT JUDGING METHOD

**Patent number:** JP61053728  
**Publication date:** 1986-03-17  
**Inventor:** KAWASAKI YOSHINAO  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
 - international: H01L21/302  
 - european:  
**Application number:** JP19840174934 19840824  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP61053728

**PURPOSE:** To obtain accurate secondary differential value of light emitting intensity and judge the end point of high precision etching by monitoring light emitting intensity of plasma in the particular wavelength and eliminating noise element of light emitting intensity by digital operation processing.

**CONSTITUTION:** A water 3 is placed on a lower electrode 2 within an etching chamber 1, the etching gas is supplied and plasma discharge is generated by applying a high frequency signal from a high frequency signal generator 4. Only the particular wavelength is extracted with a spectrometer 6 from the spectrum of such plasma and the particular wavelength is converted into a voltage with an optoelectro converter 7. This voltage is amplified to a predetermined value with an analog amplifier 8, an output thereof is applied to an A/D converter 10 through an isolation amplifier 9 and the light emitting intensity of particular waveform is converted to a digital value and is then applied to a microcomputer 11. The secondary differentiation values are obtained from the moving averages of sampling values of light emitting intensity of particular wavelength and moreover the moving averages of these values are compared with preset values in order to judge the end point of etching.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO**

(54) ETCHING END POINT JUDGING METHOD

(11) 61-53728 (A) (43) 17.3.1986 (19) JP

(21) Appl. No. 59-174934 (22) 24.8.1984

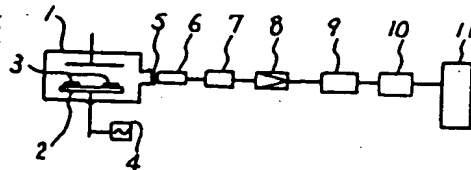
(71) HITACHI LTD. (72) YOSHINAO KAWASAKI

(51) Int. Cl. H01L21/302

E5755

**PURPOSE:** To obtain accurate secondary differential value of light emitting intensity and judge the end point of high precision etching by monitoring light emitting intensity of plasma in the particular wavelength and eliminating noise element of light emitting intensity by digital operation processing.

**CONSTITUTION:** A water 3 is placed on a lower electrode 2 within an etching chamber 1, the etching gas is supplied and plasma discharge is generated by applying a high frequency signal from a high frequency signal generator 4. Only the particular wavelength is extracted with a spectrometer 6 from the spectrum of such plasma and the particular wavelength is converted into a voltage with an optoelectro converter 7. This voltage is amplified to a predetermined value with an analog amplifier 8, an output thereof is applied to an A/D converter 10 through an isolation amplifier 9 and the light emitting intensity of particular waveform is converted to a digital value and is then applied to a microcomputer 11. The secondary differentiation values are obtained from the moving averages of sampling values of light emitting intensity of particular wavelength and moreover the moving averages of these values are compared with preset values in order to judge the end point of etching.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**BEST AVAILABLE COPY**

E5755-

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-53728

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号  
E-8223-5F

⑭ 公開 昭和61年(1986)3月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 エッチング終点判定方法

⑯ 特 願 昭59-174934

⑰ 出 願 昭59(1984)8月24日

⑱ 発 明 者 川 崎 義 直 下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

#### 明 細 書

発明の名称 エッチングの終点判定方法

特許請求の範囲

1. 発光分光法を用いたドライエッチングの終点判定装置において、特定波長の発光強度をデジタルに変換してサンプリングし、当該サンプリング値を移動平均したもののサンプリング値の1次微分値を求め、当該1次微分値の移動平均値の差分によりサンプリング値の2次微分値を求め、さらにこれらを移動平均した値を予め設定した値と比較することにより、エッチングの終点を判定することを特徴とするエッチングの終点判定方法。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、エッチングの終点判定方法に係り、プラズマ放電光の分光強度波形を得てエッチング終点を計算処理して検出するエッチングの終点判定方法に関するものである。

(発明の背景)

エッチングの終点を自動的に判定する方式として、従来より、被エッチング膜厚や、エッチングガス種に応じて、特定の波長の発光強度の測定を行つて発光分光法が広く用いられている。

発光強度を得て、エッチングの終点を判定する方法としては、例えば、特開昭58-215030号公報に記載のような、エッチング前の発光強度を記憶しておき、各時刻での発光強度と比較して、この値が、記憶してある初期値に異なった時を終点とする方式や、例えば、特開昭58-216423号公報に記載のような、発光強度の差分、即ち勾配が所定値以下となる点を終点とする方式等が知られている。

実際の発光強度の波形には、電源リップルの50~60Hzから数MHzに至る各種の雑音成分を含んでいるため、遮断周波数の極めて低いローパスフィルタを用いたり、発光強度のサンプリング値を、一定時間内で算術平均する方法や、サンプリング間隔を10~20秒位に、比較的長くとり、雑音に対する影響を少なくする方法が採用されてい

た。しかし、これらの方法は、いずれも、正確なエッチングの終点に対して時間的なずれが大きく、高精度な終点判定が困難であるという問題を含んでいる。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、発光強度の雑音成分をデジタル演算処理によって取除き、発光強度の2次微分値を正確に得て、精度の良いエッチングの終点判定を行うことができるエッチングの終点判定方法を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、終点検出の精度を上げるため、発光強度のサンプリング周期をデジタル演算処理装置の能力の許す範囲で、極力短くし、サンプリング数を多くするとともに、これらを、サンプリング時間毎に移動させながら平均した値、即ち、移動平均値を新たなサンプリング値とすることにより、実測値の雑音成分を取除き、これらの移動平均サンプリング値から求めた1次微分値(勾配)をさらに移動平均し、これらの差分を求め、その

差分値のさらに移動平均値を以って、発光強度の2次微分値を求めることにより、エッチングの終点を精度良く検出できるようにしたものである。

#### 〔発明の実施例〕

第1図は、本発明に係るエッチング終点判定装置の構成を示したものである。

エッチング室1内には、下部電極2上にウェハ3が設置され、エッチングガスを導入して、下部電極2に高周波発振器4により高周波を印加することにより、プラズマ放電を起こす。エッチング室1には、プラズマ発光を取り込むための、のどき窓5が設けられており、これを通過するプラズマの発光スペクトルから、分光器6により、特定の波長のみを取り出す。この特定波長の発光強度は光電変換器7を通して電圧に変換し、これをアナログアンプ8により所定値に増幅する。ここで、外部からのノイズや、発光強度に含まれる高周波ノイズを時間的に遅延なく取除くため、アイソレーションアンプ9を介してA/D変換器10に導入し、特定波長の発光強度をデジタル化してマイクロコ

ンピュータ11に取り込む。第2図は、このようにして、マイクロコンピュータ11に取り込まれたサンプリング値の1例を示すものである。

今、時刻*i*におけるサンプリング値を*S<sub>i</sub>*とする時、*m*を任意の偶数として、

$$Y_i = (S_{i-m/2} + S_{i-m/2+1} + 2(S_{i-m/2+1} + S_{i-m/2+2} + S_{i-m/2+3} + \dots + S_{i-m/2+m/2-1} + S_{i-m/2+m/2})) / (2 \cdot m) \quad (1)$$

但し  $i \geq \frac{m}{2} + 1, i = 1, 2, 3, \dots$

$$j = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

により、サンプリング値*S<sub>i</sub>*の移動平均値*Y<sub>i</sub>*を求める。したがって、*Y<sub>i</sub>*はサンプリングを開始して $\frac{m}{2}$ 個を超えた時刻からサンプリング時間 $\Delta t$ 毎に得られることになる。

(1)式で得られた刻々の*Y<sub>i</sub>*から、*S<sub>i</sub>*の勾配*Z<sub>j</sub>*を(3)式により求める。

$$Z_k = (Y_j - Y_{j-1}) / \Delta t \quad (3)$$

但し  $j \geq 2, k = 1, 2, 3, \dots$  (4)

次に(3)式で得られた刻々の勾配*Z<sub>k</sub>*を(5)式により移動平均して*V<sub>k</sub>*を求める。

$$V_\ell = (Z_{k-m/2} + Z_{k-m/2+1} + (Z_{k-m/2+1} + Z_{k-m/2+2} + \dots + Z_{k-m/2+m/2-1} + Z_{k-m/2+m/2})) / (2 \cdot m) \quad (5)$$

但し  $j \geq \frac{m}{2} + 1, k = 1, 2, 3, \dots$  (6)

次に刻々得られる*V<sub>k</sub>*より(7)式を用いて*V<sub>ℓ</sub>*即ちサンプリング値*S<sub>i</sub>*の2次微分値を求める。

$$U_p = (V_\ell - V_{\ell-1}) / \Delta t \quad (7)$$

ただし  $\ell \geq 2, P = 1, 2, 3, \dots$  (8)

さらに*U<sub>p</sub>*の雑音成分を取除くため、これらの移動平均を*W<sub>q</sub>*を(9)式により求める。

$$W_q = (U_{p-m/2} + (U_{p-m/2+1} + U_{p-m/2+2} + \dots + U_{p-m/2+m/2-1} + U_{p-m/2+m/2})) / (2 \cdot m) \quad (9)$$

但し  $P \geq m/2 + 1, p = 1, 2, 3, \dots$  (10)

(9)式で得られる*W<sub>q</sub>*は、発光強度のサンプリング値*S<sub>i</sub>*の2次微分値を与えるものである。*S<sub>i</sub>*により、時々刻々に計算される*Y<sub>i</sub>*、*Z<sub>k</sub>*、*V<sub>ℓ</sub>*、*U<sub>p</sub>*、*W<sub>q</sub>*の時刻歴について第3図に示す。

このように、サンプリング開始後、(3*m*+2)・ $\Delta t$ 後より、 $\Delta t$ 毎に、発光強度の2次微分値*W<sub>q</sub>*が得られることになる。



第4図から第8図は、上述の手法を用いて、 $m=12$ の場合についてマイクロコンピュータによりシミュレーションした結果したものである。

第4図は、終点付近の発光強度のサンプリング値のシミュレート値である。

第5図は、上記81を移動平均したもので、サンプリング値のランダムな乱れが、きれいに取除かれていることがわかる。

第6図は、移動平均した81の1次微分値を示し第7図は、 $V_d$ より求めた移動平均前の3次微分値 $U_3$ である。この状態では、まだかなりの波形の乱れが見られる。第8図は $U_3$ をさらに移動平均したものであり、理想的な波形が得られていることがわかる。

上述のシミュレーション結果からも明らかなように、第4図で示すような、雑音を含む発光強度のサンプリング値から、第8図に示すような、雑音成分のないきれいな3次微分値が得られることがわかる。

これにより、終点判定値X又はYの比較を行う

ことにより、A点又はB点において、精度良く終点を判定することができる。

上述の例は、比較的雑音成分の多い場合について述べたが、エッチングガスや被エッチング膜によっては、比較的雑音成分の少ない発光スペクトルを出すものもあり、このような場合には、移動平均を行う前の2次微分値 $U_2$ までを求め、これにより終点判定を行うことも可能である。

この場合には、サンプリング開始後 $(2m+2) \cdot \Delta t$ 後より、 $\Delta t$ 毎に $U_2$ が得られ、 $m \cdot \Delta t$ だけ早く終点判定が可能となる利点がある。

また逆に雑音成分が極端に多い場合には、第1図において、リニアアンプとアイソレーションアンプとの間に、比較的遮断周波数の高いローパスフィルターを挿入することにより、時間遅れの少ない高精度の終点判定が可能となる。

(発明の効果)

以上述べたように、本発明によれば、プラズマ発光の特定波長の発光強度をモニタして、エッチングの終点を検出する場合、サンプリング周期を

短かくして、サンプル数を増やし、それらが雑音によって大きく乱れていても、理想的な発光強度の2次微分値が得られるので、発光強度が下がり始める所、あるいは、下がりきる直前でエッチングが終点となる被エッチング膜の終点を確実に判定することができる効果がある。

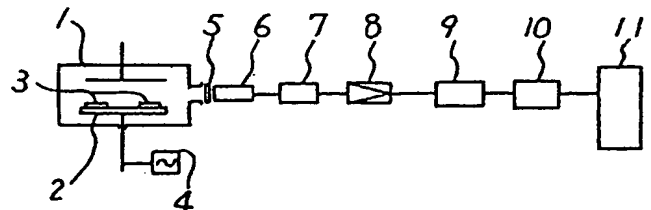
図面の簡単な説明

第1図は、本発明を実施した装置の一例を示すブロック図、第2図は、第1図の装置による発光強度のサンプリング例、第3図は、各計算値の時刻図、第4図から第8図は、コンピュータによるシミュレーション結果をおのの示す。

1 --- エッチング室、6 --- 分光器、7 --- 光電変換器、8 --- アナログアンプ、9 --- アイソレーションアンプ、10 --- A/D変換器、11 --- マイクロコンピュータ

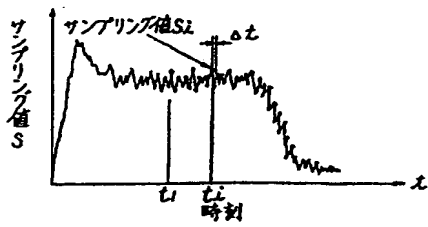
代理人 井原士 高 橋 明

第1図



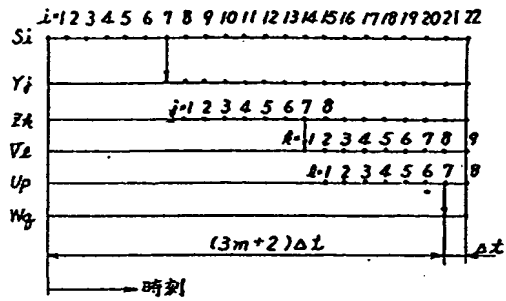
- 1 ----- エッチング室
- 6 ----- 分光器
- 7 ----- 光電変換器
- 8 ----- アナログアンプ
- 9 ----- アイソレーションアンプ
- 10 ----- A/D変換器
- 11 ----- マイクロコンピュータ

※2図

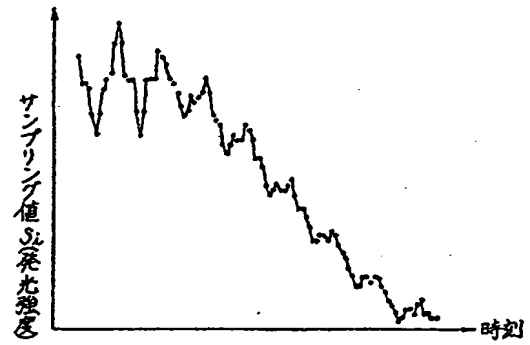


※3図

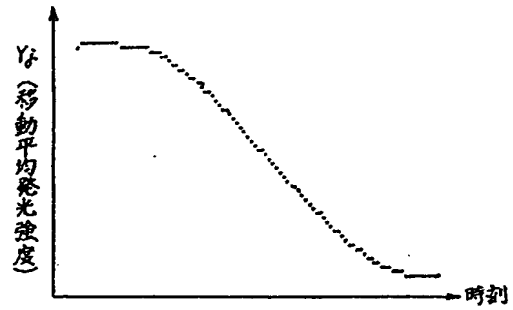
( $m=6$ の場合)



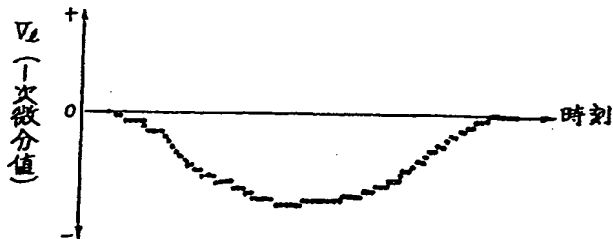
※4図



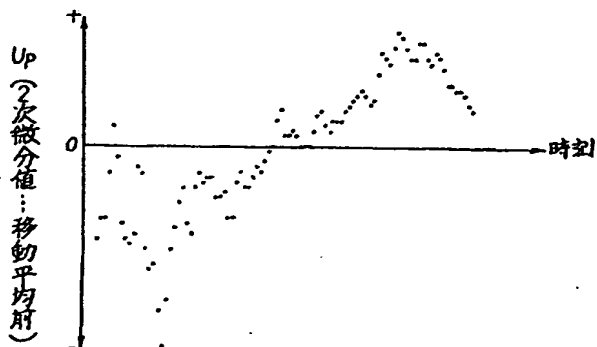
※5図



※6図



※7図



※8図

